

EXTERNAL FORCE DETECTOR AND ITS MANUFACTURE

Patent number: JP10213441

Publication date: 1998-08-11

Inventor: MOCHIDA YOICHI

Applicant: MURATA MFG CO LTD

Classification:

- **International:** G01C19/56; G01P9/04; G01P15/00

- **European:**

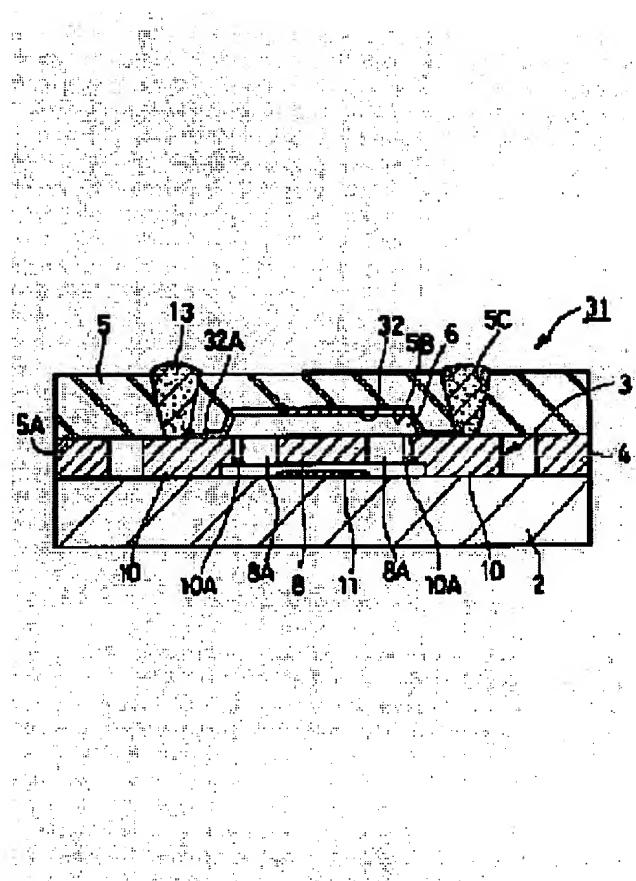
Application number: JP19970029664 19970129

Priority number(s):

Abstract of JP10213441

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the pressure in a sealed chamber sufficiently and to improve the detecting sensitivity of a detecting part by removing oxygen in the sealed chamber, wherein the detecting part for detecting external force is contained.

SOLUTION: An oxygen absorbing metal film 32 comprising zirconium is evaporated and provided at the bottom part of a concave part 5B of a glass substrate 5. The oxygen gas generated at the anode bonding time of a silicon substrate 2 and the glass substrate 5 is absorbed by the oxygen absorbing metal film 32. Furthermore, the oxygen absorbing metal film 31 can be self-heated by applying a current from the outside. Even if the oxidation of the surface of the metal film after the sealing is in a limit state, the oxygen gas can be absorbed more in a sealed chamber 6 by the self-heating and reactivation. The pressure in the sealed chamber 6 can be sufficiently reduced, and the detecting sensitivity of an angular velocity can be improved.



BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-213441

(43)公開日 平成10年(1998)8月11日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 1 C 19/56
G 0 1 P 9/04
15/00

識別記号

F I
G 0 1 C 19/56
G 0 1 P 9/04
15/00

審査請求 未請求 請求項の数6 FD (全11頁)

(21)出願番号 特願平9-29664

(22)出願日 平成9年(1997)1月29日

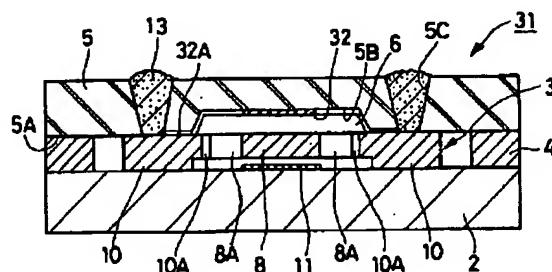
(71)出願人 000006231
株式会社村田製作所
京都府長岡京市天神二丁目26番10号
(72)発明者 持田 洋一
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内
(74)代理人 弁理士 広瀬 和彦

(54)【発明の名称】 外力検出装置およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 外力を検出する検出部が収容された密閉室内の酸素を除去することにより、密閉室内を十分に減圧させ、検出部の検出感度を向上させる。

【解決手段】 ガラス基板5の凹陥部5B底部にジルコニウムからなる酸素吸収用金属膜32を蒸着して設け、シリコン基板2とガラス基板5との陽極接合時に発生した酸素ガスを、該酸素吸収用金属膜32により吸収する。また、酸素吸収用金属膜32は外部から電流を印加することにより自己発熱させることができる。封止後に金属膜32表面の酸化が限界であっても、自己発熱させることにより、再活性化して密閉室6内の酸素ガスをより吸収できる。密閉室6内を十分に減圧でき、角速度の検出感度を向上できる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコン基板と、該シリコン基板に陽極接合して設けられたガラス基板と、前記シリコン基板と該ガラス基板との間に形成された密閉室と、該密閉室内に収容され外力が作用したときの変位を検出する検出部とからなる外力検出装置において、前記密閉室内に位置して前記ガラス基板と前記シリコン基板のうち少なくともいずれか一方の基板の表面に酸素吸収用金属膜を設け、該酸素吸収用金属膜は外部から電流を印加することによって自己発熱し、前記密閉室内的酸素を吸収する構造としたことを特徴とする外力検出装置。

【請求項2】 前記酸素吸収用金属膜は、前記基板の表面に金属を蒸着することにより設けてなる請求項1に記載の外力検出装置。

【請求項3】 前記酸素吸収用金属膜は、ジルコニウム、モリブデン、アルミ、チタン、バナジウム、タンタル、タングステンの中から選択された金属である請求項1または2に記載の外力検出装置。

【請求項4】 前記シリコン基板は、導電性をもった低抵抗なシリコン材料によって形成してなる請求項1、2または3記載の外力検出装置。

【請求項5】 シリコン基板に外力を検出する検出部を形成する検出部形成工程と、ガラス基板の接合面に凹陥部を形成する凹陥部形成工程と、該凹陥部形成工程により形成された前記ガラス基板の凹陥部内面に酸素吸収用金属膜を形成する金属膜形成工程と、前記酸素吸収用金属膜を形成したガラス基板の凹陥部内に前記検出部が収容されるように導電性基板の接合面とガラス基板の接合面とを衝合させ、該導電性基板と該ガラス基板とを減圧雰囲気中で接合温度まで加熱して陽極接合する接合工程と、該接合工程により前記導電性基板とガラス基板とを接合した後に、密閉室内に位置した酸素を吸収するために、前記酸素吸収用金属膜に外部から電流を印加して自己発熱させる金属膜発熱工程とからなる外力検出装置の製造方法。

【請求項6】 前記接合工程により接合された前記シリコン基板とガラス基板とを前記接合温度よりも高く、ガラス基板の軟化点温度よりも低い温度に加熱し、前記導電性基板とガラス基板との間に形成された密閉室内的酸素を前記酸素吸収用金属膜の酸化により吸収する酸素吸収工程とを含む請求項5記載の外力検出装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば加速度、角速度等の外力を検出する外力検出装置に関し、特にガラ

ス基板とシリコン基板とを減圧雰囲気中で陽極接合することにより、該ガラス基板とシリコン基板との間に形成される密閉室内に検出部を収容するようにした外力検出装置およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、車両等に作用する加速度、角速度の検出や、カメラの手ぶれ検出等を行う外力検出装置は、例えば、特開昭62-118260号、特開平4-242114号、特開平7-245416号公報等により知られている。

【0003】 以下、従来技術による外力検出装置として角速度検出装置を例に挙げ、図10および図11に基づいて説明する。

【0004】 1はマイクロマシニング技術により製造された角速度検出装置を示し、該角速度検出装置1は、基台をなす高抵抗なシリコン基板2と、該シリコン基板2上に形成された後述の角速度検出部3と、前記シリコン基板2の外周に形成された枠部4を介して該角速度検出部3を覆う蓋部となるガラス基板5とから構成され、前記角速度検出部3と枠部4は低抵抗なシリコン材料により形成されている。

【0005】 3は検出部としての角速度検出部を示し、該角速度検出部3は導電性をもった低抵抗シリコン（例えばポリシリコン）からなり、前記シリコン基板2上に設けられている。また、該角速度検出部3は、図10に示すように回転軸Y-Yの周りに角速度が作用したとき、この回転軸Y-Y周りの角速度Ωを検出するものである。

【0006】 4はシリコン基板2上の外周に位置して形成された枠部で、該枠部4は、前記角速度検出部3と同様の導電性を有する低抵抗シリコン（例えばポリシリコン）によって、前記角速度検出部3を取り囲むようにしてシリコン基板2上に設けられている。

【0007】 5はガラス材料からなるガラス基板を示し、該ガラス基板5の下面は、後述する角速度検出部3の電極支持部10および前記枠部4と接合するための接合面5Aとなり、このガラス基板5の接合面5A側の中央には凹陥部5Bが形成されている。そして、該ガラス基板5は、図11に示すように、角速度検出部3および枠部4と陽極接合され、シリコン基板2とガラス基板5との間に密閉室6を形成している。また、該ガラス基板5には4個の貫通するスルーホール5Cが穿設され、該スルーホール5Cは後述の支持部7と電極支持部10に開口している。

【0008】 ここで、角速度検出部3の構成について説明するに、7、7はシリコン基板2上に設けられた支持部、8はシリコン基板2の表面から離間した状態で設けられ、支持梁9、9、…を介して各支持部7に支持された振動子をそれぞれ示し、該振動子8は図10中の矢示A方向、矢示B方向に変位可能となっている。また、該

振動子8の両側面には、くし状電極8A, 8Aが設けられている。

【0009】10, 10は振動子8の両側に位置し、シリコン基板2上に設けられた電極支持部であり、該各電極支持部10の側面には、くし状電極10Aが設けられ、該各くし状電極10Aは、振動子8の各くし状電極8Aと離間した状態で噛合している。

【0010】11は振動子8の下側に位置してシリコン基板2の表面に設けられた電極板を示し、該電極板11は、振動子8がコリオリ力により矢示B方向に変位したときに、その変位量を検出するものである。

【0011】12は前記電極板11に接続された引出部で、該引出部12は前記電極板11から延出された配線部12Aと、該配線部12Aの上に設けられたパッド部12Bとから構成されている。

【0012】また、13はスルーホール5C内に充填された導電性ペーストで、該導電性ペースト13は角速度検出部3の支持部7と電極支持部10とを外部の発振回路、検出回路（いずれも図示せず）に接続するものである。

【0013】さらに、前記各支持部7、振動子8、各支持梁9、各電極支持部10は、例えば、P（リン）、B（ホウ素）、Sb（アンチモン）等の不純物がドーピングされた低抵抗なポリシリコン膜をシリコン基板2上に成膜し、このポリシリコン膜にエッチングを施すことにより形成されるか、あるいは、ポリシリコン膜を形成した後に、このポリシリコン膜に上記不純物をドーピングすることにより、このポリシリコン膜を低抵抗化し、その後、エッチング等により形成される。なお、前記枠部4は、このポリシリコン膜にエッチングを施して角速度検出部3を形成する際に、同時に形成される。

【0014】このように構成される従来技術による角速度検出装置では、振動子8のくし状電極8Aと電極支持部10のくし状電極10Aとの間に駆動信号を印加し、振動子8を矢示A方向に振動させる。この状態で、角速度検出装置に回転軸Y-Y周りの角速度Ωが作用すると、振動子8にコリオリ力Fが作用し、このコリオリ力Fの大きさに対応して振動子8が矢示B方向に変位する。これにより、振動子8と電極板11との離間距離が変化する。この離間距離の変化を、振動子8と電極板11との間の静電容量の変化により検出して容量電圧変換回路により電圧に変換し、角速度の大きさを測定する。

【0015】ここで、角速度Ωが作用したときに振動子8に発生するコリオリ力Fは、下記の数1により算定される。

【0016】

【数1】 $F = 2mV\Omega$

但し、

m: 振動子8の質量

V: 振動子8の矢示A方向の振動速度

Ω: 回転軸Y-Y周りの角速度

【0017】また、前記数1から明らかなように、コリオリ力Fの大きさは、振動子8の振動速度に比例する。従って、角速度が作用したときに生じるコリオリ力Fができるだけ大きくし、角速度の検出感度を向上させるためには、振動子8を大きな振幅で高速に振動させる必要がある。

【0018】ところが、角速度検出部3の振動子8は、図11に示すように、その幅寸法aが例えば400μm程度であり、非常に微小に形成されている。このため、該振動子8を空気中で振動させたのでは、空気のダンピング作用により、振動子8を矢示A方向に大きな振幅で高速に振動させることができず、角速度の検出感度が低下してしまう。また、空気中では、空気抵抗により振動子8の振幅が小さくなるため、コリオリ力Fによる変位も小さくなり、これによっても、角速度の検出感度が低下する。

【0019】そこで、シリコン基板2とガラス基板5とを減圧雰囲気中で陽極接合することにより、密閉室6内を減圧雰囲気とし、該密閉室6内に角速度検出部3を封止することによって、角速度検出部3の振動子8を減圧雰囲気中で高速に、かつ大きな振幅で振動させるようしている。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した従来技術では、角速度検出部3を密閉室6内に封止するために、シリコン基板2とガラス基板5とを減圧雰囲気中で陽極接合している。この陽極接合時に、ガラス基板5から酸素ガスが発生し、この酸素ガスが密閉室6内に残留することにより、密閉室6内の圧力が上昇してしまう。このため、角速度検出部3の振動子8の振動が、残留酸素ガスによって妨げられ、振動子8を高速に、大きく振動させることができず、角速度の検出感度が低下するという問題がある。

【0021】一方、真空パッケージ型のマイクロセンサ技術においては、図12に示すような酸素吸収部材21を用いて、シリコン板とガラス板との間に形成された空間内に残留した酸素を吸収する手段が知られている（センサーズ アンド アクチュエーターズ A, 43 (1994年) 第243頁ないし第248頁「Sensors and Actuators A, 43 (1994) 243-248」参照）。

【0022】しかし、前記酸素吸収部材21は、図12に示すように、NiとCrからなる金属部材22と、該金属部材22の外周側を包囲して設けられたZr-V-F合金とTiからなる被覆部材23とから構成されているが、該酸素吸収部材21はサイズが大きく、構造が複雑である。

【0023】この結果、このような酸素吸収部材21を角速度検出装置1の密閉室6に配設すると、角速度検出

装置1のサイズが大きくなると共に、構成が複雑化し、生産性が悪くなるという問題がある。

【0024】本発明は上述した従来技術の問題に鑑みなされたもので、検出部が収容された密閉室内の酸素を簡単な構成によって除去することができ、該密閉室内を減圧させることにより検出部の検出感度を向上させることができると外力検出装置およびその製造方法を提供することを目的としている。

【0025】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、請求項1による外力検出装置は、シリコン基板と、該シリコン基板に陽極接合して設けられたガラス基板と、前記シリコン基板と該ガラス基板との間に形成された密閉室と、該密閉室内に収容され外力が作用したときの変位を検出する検出部とからなる外力検出装置において、前記密閉室内に位置して前記ガラス基板と前記シリコン基板のうち少なくともいずれか一方の基板の表面に酸素吸収用金属膜を設け、該酸素吸収用金属膜は外部から電流を印加することによって自己発熱し、前記密閉室内の酸素を吸収する構造としたことを特徴としている。

【0026】このように構成することによって、シリコン基板とガラス基板を陽極接合するときに、ガラス基板から酸素が発生し、陽極接合後に、この酸素が密閉室内に残留しても、該密閉室内の残留酸素を酸素吸収用金属膜の酸化によって吸収することができる。

【0027】しかも、シリコン基板とガラス基板とを陽極接合した後であっても外部から電流を酸素吸収用金属膜に印加し、該酸素吸収用金属膜を自己発熱して再活性化することにより、密閉室内の残留酸素を改めて吸収することができる。

【0028】請求項2に係る発明は、酸素吸収用金属膜を、基板の表面に金属を蒸着することにより設ける構成としたことにある。

【0029】これにより、例えば、スパッタ、電子ビーム蒸着等の手段を用いて、酸素吸収用金属膜を前記基板に容易に設けることができると共に、酸素吸収用金属膜を薄膜形成することができる。

【0030】請求項3に係る発明は、酸素吸収用金属膜を、ジルコニウム、モリブデン、アルミ、チタン、バナジウム、タンタル、タングステンの中から選択された金属によって構成したことにある。

【0031】上述した、ジルコニウム、モリブデン、アルミ、チタン、バナジウム、タンタル、タングステンの金属は、高温になるほど活発に酸化する性質を有する。これにより、上記金属からなる酸素吸収用金属膜は、常温ではほとんど酸化せず、シリコン基板とガラス基板を陽極接合するときの温度では、酸化がやや促進される。さらに、該酸素吸収用金属膜は、シリコン基板とガラス基板を陽極接合するときの温度よりも高く、かつ、ガラ

スの軟化点温度よりも低い温度では、活発に酸化するようになる。

【0032】従って、シリコン基板とガラス基板とを陽極接合した後に、該シリコン基板とガラス基板をガラスの軟化点温度よりも低い温度に加熱し、密閉室内に設けられた酸素吸収用金属膜を活発に酸化させることにより、密閉室内の酸素を該酸素吸収用金属膜によって吸収することができ、密閉室内を減圧することができる。

【0033】請求項4に係る発明では、シリコン基板を、導電性をもった低抵抗なシリコン材料によって形成したことがある。

【0034】このように、シリコン基板を低抵抗なシリコン材料によって形成することにより、該シリコン基板とガラス基板との接合に陽極接合を用いることができる。

【0035】請求項5による外力検出装置の製造方法は、シリコン基板に外力を検出する検出部を形成する検出部形成工程と、ガラス基板の接合面に凹陥部を形成する凹陥部形成工程と、該凹陥部形成工程により形成された前記ガラス基板の凹陥部内面に酸素吸収用金属膜を形成する金属膜形成工程と、前記酸素吸収用金属膜を形成したガラス基板の凹陥部内に前記検出部が収容されるように導電性基板の接合面とガラス基板の接合面とを衝合させ、該導電性基板と該ガラス基板とを減圧雰囲気中で接合温度まで加熱して陽極接合する接合工程と、該接合工程により前記導電性基板とガラス基板とを接合した後に、密閉室内に位置した酸素を吸収するために、前記酸素吸収用金属膜に外部から電流を印加して自己発熱させる金属膜発熱工程とから構成している。

【0036】上記構成の如く、検出部形成工程では、シリコン基板に検出部を形成する。一方、凹陥部形成工程では、ガラス基板の接合面に凹陥部を形成し、金属膜形成工程では、該ガラス基板の凹陥部内面に酸素吸収用金属膜を蒸着させる。

【0037】次いで、接合工程では、ガラス基板の凹陥部内に検出部が収容されるようにシリコン基板の接合面とガラス基板の接合面とを衝合させ、シリコン基板とガラス基板とを減圧雰囲気中で接合温度まで加熱して陽極接合する。このとき、ガラス基板から酸素が発生し、シリコン基板とガラス基板との間に形成された密閉室内に、この酸素が封じ込まれて残留しようとするが、この残留しようとする酸素を酸素吸収用金属膜の酸化によって吸収し、密閉空間内を減圧させる。

【0038】また、金属膜発熱工程では、酸素吸収用金属膜に外部から電流を印加して該金属膜を自己発熱させることにより、例えば酸素吸収用金属膜の表面が酸化してしまって酸素ガスの吸収が限界となったときでも、該酸素吸収用金属膜を再活性化して酸素を吸収することができ、密閉室内をより一層減圧できる。

【0039】請求項6に係る発明は、さらに、前記接合

工程により接合された前記シリコン基板とガラス基板とを前記接合温度よりも高く、ガラス基板の軟化点温度よりも低い温度に加熱し、前記シリコン基板とガラス基板との間に形成された密閉室の酸素を前記酸素吸収用金属膜の酸化により吸収する酸素吸収工程とを含むことを特徴としている。

【0040】これにより、酸素吸収工程では、陽極接合されたシリコン基板とガラス基板を接合温度よりも高く、ガラス基板の軟化点温度よりも低い温度に加熱することにより、密閉室の酸素を、酸素吸収用金属膜の酸化をさらに促進させることにより吸収し、密閉室内をより一層減圧させる。ここで、シリコン基板とガラス基板との接合温度よりも高く、ガラス基板の軟化点温度よりも低い温度は、例えば400度～800度程度の温度である。

【0041】

【発明の実施の形態】以下、本発明による実施の形態を添付図面に従って詳細に説明する。ここで、図1ないし図9は本発明による実施例を示すに、本実施例では外力検出装置として角速度検出装置を例に挙げて説明する。

【0042】まず、第1の実施例を図1ないし図7に基づいて説明する。なお、本実施例では前述した従来技術の構成要素と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0043】31は本実施例による角速度検出装置を示し、該角速度検出装置31は従来技術による角速度検出装置1とほぼ同様に構成されるものの、該角速度検出装置31の密閉室6内には後述する酸素吸収用金属膜32が形成されている。

【0044】32は密閉室6内に設けられた酸素吸収用金属膜を示し、該酸素吸収用金属膜32は、図2に示すように、ガラス基板5の凹陥部5Bの底面（内面）にジグザグ状に形成され、その両端は電極パッド32Aとなってスルーホール5Cに延びている。また、該酸素吸収用金属膜32はジグザグ状に形成することにより、電気的に抵抗を持たせ、外部から電流を印加することで熱を発生する自己発熱機能を持たせている。

【0045】さらに、該酸素吸収用金属膜32は、ジルコニウム(Zr)、モリブデン(Mo)、アルミ(A1)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、タンタル(Ta)、タンクスチール(W)の中から選択された金属、例えば、ジルコニウムにより構成され、該酸素吸収用金属膜32は、面積を広く、断面積が狭くなるように形成されている。

【0046】また、該酸素吸収用金属膜32は、後述するようにして、シリコン基板2とガラス基板5とを陽極接合した後に、密閉室6内に残留した酸素ガスを吸収するものである。

【0047】ここで、酸素吸収用金属膜32を構成するジルコニウムは、高温になるほど活発に酸化する性質を

有する。これにより、該酸素吸収用金属膜32は、常温ではほとんど酸化しない。また、酸素吸収用金属膜32は、シリコン基板2とガラス基板5とを陽極接合するときの温度、例えば300度～400度程度（以下、「接合温度」という）で酸化が促進し、密閉室6内の酸素ガスを吸収するようになる。さらに、該酸素吸収用金属膜32は、シリコン基板2とガラス基板5を陽極接合するときの温度よりも高く、かつ、ガラス基板5の軟化点温度よりも低い温度、例えば400度～800度程度（以下、「酸化活性化温度」という）では、さらに活発に酸化するようになり、密閉室6内の酸素ガスを多量に吸収するようになる。

【0048】なお、酸素吸収用金属膜32を、ジルコニウムに限らず、アルミ、チタン、バナジウム、タンタル、モリブデン、タンクスチールによって構成してもよい。これらの金属は、ジルコニウムと同様に、高温になるほど活発に酸化する性質を有するため、酸素吸収用金属膜32をこれらの金属によって構成した場合でも、酸素吸収用金属膜32をジルコニウムで構成した場合と同様の性質を持つ。

【0049】本実施例による角速度検出装置31は上述したような構成を有するもので、次に、その製造方法を図3ないし図7に基づいて説明する。

【0050】まず、角速度検出部形成工程では、図3に示すように、エッチング等の手段を用いてシリコン基板2に角速度検出部3および枠部4を形成する。即ち、シリコン基板2上の所定の位置に電極板11を薄膜形成した後、電極板11上に犠性層（図示せず）を成膜する。次いで、この犠性層の上に、ポリシリコン膜を成膜した後、導電性を与えるためにP（リン）、B（ホウ素）、Sb（アンチモン）等の不純物をドーピングして低抵抗化する。この状態で低抵抗なポリシリコン膜にエッチングを施し、角速度検出部3の振動子8、各電極支持部10等および枠部4を形成する。その後、前記犠性層を溶かして除去する。

【0051】凹陥部形成工程では、図4に示すように、ガラス基板5にエッチングを施し、ガラス基板5の接合面5Aに凹陥部5Bを形成し、さらに、サンドブラスト、エッチング、レーザー等によってスルーホール5Cを形成する。

【0052】そして、金属膜形成工程では、図5に示すように、例えばスパッタ、電子ビーム蒸着等の手段を用いて、ガラス基板5の凹陥部5B底面にジルコニウム薄膜を蒸着させた後、このジルコニウム薄膜を、例えばフォトリソグラフィー等の手段を用いて、図2に示す形状に成形し、酸素吸収用金属膜32を形成する。

【0053】接合工程では、図6に示すように、酸素吸収用金属膜32が設けられたガラス基板5を、上、下が逆になるように回転させ、ガラス基板5の凹陥部5B内に角速度検出部3が収容されるように、シリコン基板2

上に設けられた角速度検出部3の電極支持部10および枠部4をガラス基板5の接合面5Aに衝合させる。

【0054】そして、これらを減圧雰囲気中で接合温度まで加熱しつつ、シリコン基板2、ガラス基板5に例えれば1000V程度の電圧を印加し、角速度検出部3の電極支持部10および枠部4とガラス基板5とを陽極接合する。これにより、角速度検出部3は密閉室6内に封止される。

【0055】このとき、角速度検出部3の電極支持部10および枠部4とガラス基板5とを陽極接合したときに発生した酸素ガスは、密閉室6内に封じ込まれて残留しようとするが、この残留しようとする酸素を酸素吸収用金属膜32の酸化によって吸収し、密閉室6内を減圧させることができる。

【0056】また、角速度検出部3の各電極支持部10、支持部7、酸素吸収用金属膜32の電極パッド32Aは、ガラス基板5のスルーホール5Cを介して外部の回路に接続されている。

【0057】さらに、酸素吸収工程では、図7に示すように、陽極接合されたシリコン基板2とガラス基板5を、接合温度よりも高く、かつガラス基板5の軟化点温度よりも低い温度に加熱し、図7中の矢示に示す如く、密閉室6内の酸素ガスを酸素吸収用金属膜32の酸化によりさらに吸収し、密閉室6内をさらに減圧させる。

【0058】最後に、銀等を主成分とした導電性ベースト13を前記スルーホール5Cに充填し、導電性ベースト13は電極支持部10と支持部7並びに酸素吸収用金属膜32の電極パッド32Aに電気的に接合する。

【0059】一方、金属膜発熱工程は、前述した酸素吸収工程を省略して行ったり、または酸素吸収工程の後に行うもので、密閉室6内の酸素ガスが吸収できていないときに、外部から電流を印加して酸素吸収用金属膜32を自己発熱させることにより、熱拡散によって表面の酸素を金属膜32の内部に吸収できる。これにより、金属膜32を再活性化することができ、該金属膜32の表面で再度酸素吸収を行うことができる。

【0060】本実施例による角速度検出装置31は、このように製造される。なお、本実施例による角速度検出装置31の動作は、前述した従来技術による角速度検出装置1と同様であるため省略する。

【0061】然るに、本実施例によれば、角速度検出部3が収容される密閉室6内に酸素吸収用金属膜32を設けることにより、シリコン基板2とガラス基板5とを陽極接合するときに発生して密閉室6内に残留しようとする酸素ガスを、該酸素吸収用金属膜32で吸収することができ、密閉室6内を減圧させることができる。

【0062】また、本実施例では、酸素吸収工程において、陽極接合されたシリコン基板2とガラス基板5を接合温度よりも高く、しかもガラス基板5の軟化点温度よりも低い温度に加熱し、密閉室6内の酸素ガスを、酸素

吸収用金属膜32を活発に酸化させることによって多量に吸収することができ、密閉室6内の圧力を大幅に減圧させることができる。

【0063】さらに、本実施例による酸素吸収用金属膜32は、その形状をジグザグ状にしているから、金属膜発熱工程によって、外部からの電流印加によって該金属膜32に自己発熱させる機能を持たせている。このため、前記酸素吸収工程によって、該酸素吸収用金属膜32の表面が酸化してしまって酸素ガスの吸収が限界となったときでも、金属膜32を自己発熱させることにより、熱拡散によって表面の酸素を金属膜32の内部に吸収できる。これにより、金属膜32を再活性化することができ、該金属膜32の表面で再度酸素吸収を行うことができる。

【0064】従って、角速度検出装置31を製造時に、酸化吸収工程を施すとしても、酸素吸収用金属膜32で密閉室6内の酸素を確実に吸収できず、密閉室6内が目標の真空中に達しない場合がある。この場合には、金属膜発熱工程によって、該酸素吸収用金属膜32に外部から電流を印加して自己発熱させることにより、残留ガスを吸収することができる。

【0065】これにより、角速度検出部3を最適な減圧雰囲気中に封止することができ、角速度検出部3の振動子8の振動が、酸素ガスによって妨げられるのを防止することができる。従って、振動子8を高速に、かつ大きな振幅で振動させることができ、角速度の検出感度を向上させることができる。

【0066】また、本実施例によれば、酸素吸収用金属膜32を単一の金属材料によって構成することにより、酸素吸収用金属膜32の構造を極めて簡単なものとすることができ、かつ、酸素吸収用金属膜32を微細な薄膜としてガラス基板5に蒸着させることができ。これにより、角速度検出装置31の小型化を図ることができる。

【0067】さらに、本実施例によれば、酸素吸収用金属膜32は密閉室6内に簡単に設けることができる。即ち、金属膜形成工程において、例えばスパッタ、電子ビーム蒸着等の手段を用いて、ガラス基板5の凹陥部5B底面にジルコニウム薄膜を蒸着させ、このジルコニウム薄膜を、例えばフォトリソグラフィー等の手段を用いて成形するだけで、酸素吸収用金属膜32を簡単に形成することができる。これにより、角速度検出装置31の生産性の悪化、コストの上昇を防止できる。

【0068】一方、酸素吸収用金属膜32は、製造後に外部から電流を印加することにより自己発熱して再活性化できるから、角速度検出装置31の使用過程で密閉室6内に発生した酸素ガスを確実に吸収することができる。これにより、角速度検出装置31の密閉室6内を常に一定の真空中に保つことができ、該角速度検出装置31の検出感度の信頼性を高めることができる。

【0069】なお、第1の実施例において、枠部4が角速度検出部3と同様の導電性を有する低抵抗シリコンからなるものを図示したが、本発明はこれに限らず、図8の変形例に示すように、シリコン基板2に角速度検出部3を配置する凹部2Aをエッチングによって形成し、このエッチングによるシリコン基板2の残留部分を枠部4'として形成してもよい。

【0070】次に、本発明の第2の実施例による外力検出装置として角速度検出装置を例に挙げ、図9に基づいて説明する。本実施例の特徴は、外力検出装置を、検出部が設けられたシリコン基板の一側に第1のガラス基板を陽極接合して設けると共に、該シリコン基板の他側に第2のガラス基板を陽極接合して設ける構成としたことにある。

【0071】41は本実施例による角速度検出装置である。42は角速度検出装置41の一部を構成するシリコン基板としてのシリコン基板を示し、該シリコン基板42は、シリコン材料により形成され、該シリコン基板42は導電性を与えるために、P(リン)、B(ホウ素)、Sb(アンチモン)等の不純物をドーピングして低抵抗化してある。また、該シリコン基板42の上面は、一側接合面としての上側接合面42Aとなり、該シリコン基板42の下面是、他側接合面としての下側接合面42Bとなっている。

【0072】43はシリコン基板42の上側に陽極接合して設けられた第1のガラス基板としての上側ガラス基板を示し、該上側ガラス基板43は、ガラス材料により形成され、該上側ガラス基板43の接合面43Aには、凹陷部43Bが設けられている。また、該上側ガラス基板43には6個のスルーホール43Cが穿設されている。

【0073】44はシリコン基板42の下側に陽極接合して設けられた第2のガラス基板としての下側ガラス基板を示し、該下側ガラス基板44はガラス材料により形成され、該下側ガラス基板44の接合面44Aには、凹陷部44Bが設けられている。

【0074】45は密閉室としての密閉収容室であり、前記シリコン基板42の上側および下側にそれぞれ陽極接合された上側ガラス基板43と下側ガラス基板44との間に構成されている。

【0075】46は密閉収容室45内に設けられた検出部としての角速度検出部を示し、該角速度検出部46は、前述した第1の実施例によるものと同様に、コリオリ力をを利用して角速度を検出するもので、くし状電極47A、47Bを有する振動子47と、振動子47の両側に設けられ、くし状電極48Aを有する一対の電極支持部48、48と、上側ガラス基板43の凹陷部43B下面に設けられた電極板49等とから構成されている。

【0076】50は密閉収容室45内に設けられた酸素吸収用金属膜を示し、該酸素吸収用金属膜50は、下側

ガラス基板44の凹陷部44B底面に蒸着されている。また、該酸素吸収用金属膜50は、前述した第1の実施例によるものと同様に、ジルコニウムからなる微細な薄膜によってジグザグ状に形成されている。

【0077】さらに、51はスルーホール43C内に充填された導電性ペーストである。

【0078】本実施例による角速度検出装置41は上述したような構成を有するもので、次に、その製造方法について説明する。

【0079】まず、第1の凹陷部形成工程では、上側ガラス基板43にエッチングを施し、上側ガラス基板43の接合面43Aに凹陷部43Bを形成する。その後、該上側ガラス基板43の凹陷部43B底面に電極板49を形成する。

【0080】一方、検出部形成工程では、エッチング等の手段を用いてシリコン基板42に角速度検出部46を形成する。

【0081】そして、第1の接合工程では、電極板49が設けられた上側ガラス基板43の接合面43Aと、角速度検出部46が設けられたシリコン基板42の上側接合面42Aとを陽極接合する。

【0082】次いで、第2の凹陷部形成工程では、下側ガラス基板44にエッチングを施し、下側ガラス基板44の接合面44Aに凹陷部44Bを形成する。

【0083】さらに、金属膜形成工程で、例えばスパッタ、電子ビーム蒸着等の手段を用いて、下側ガラス基板44の凹陷部44B底面にジルコニウム薄膜を蒸着させた後、このジルコニウム薄膜を、例えばフォトリソグラフィー等の手段を用いて成形し、酸素吸収用金属膜50を形成する。

【0084】次いで、第2の接合工程で、上側ガラス基板43が接合されたシリコン基板42の下側接合面42Bと、酸素吸収用金属膜50が設けられた下側ガラス基板44の接合面44Aとを陽極接合する。これにより、図9に示すように、角速度検出部46が密閉収容室45内に封止される。なお、この段階で、密閉収容室45内には、陽極接合時に発生した酸素ガスが封じ込まれて残留しようとするが、この残留しようとする酸素を酸素吸収用金属膜50の酸化によって吸収し、密閉収容室45内を減圧させる。

【0085】そして、酸素吸収工程で、陽極接合されたシリコン基板42、上側ガラス基板43および下側ガラス基板44を、接合温度よりも高く、またガラス基板43、44の軟化点温度よりも低い温度に加熱し、密閉収容室45内の酸素ガスを酸素吸収用金属膜50の酸化によりさらに吸収し、密閉収容室45内を、さらに大幅に減圧させる。

【0086】一方、金属膜発熱工程は、前述した酸素吸収工程を省略して行ったり、または酸素吸収工程の後に行うもので、密閉収容室45内の酸素ガスが吸収できて

いないときには、外部から電流を酸素吸収用金属膜50に印加して該金属膜50を自己発熱させる。これにより、熱拡散によって表面の酸素を金属膜50の内部に吸収し、金属膜50を再活性化させて、該金属膜50の表面で再度酸素吸収を行うことができる。

【0087】このようにして、角速度検出装置41は製造される。なお、本実施例による角速度検出装置41の動作は、前述した従来技術による角速度検出装置1と同様であるため省略する。

【0088】かくして、本実施例によても、密閉収容室45内に設けられた酸素吸収用金属膜50により、密閉収容室45内の酸素ガスを吸収して密閉収容室45内を減圧することができる。さらに、酸素吸収用金属膜50を自己発熱させることで、該金属膜50を再活性化することができ、前述した第1の実施例と同様の効果を得ることができる。

【0089】なお、前記各実施例による酸素吸収用金属膜32(50)は、電気的に抵抗を持たせて自己発熱させるために、ジグザグ状に形成したが、本発明はこれに限らず、うず巻き状、螺旋状でもよく、要は金属膜に電気的抵抗を持たせる形状であればよい。

【0090】また、前記各実施例では、ガラス基板5(44)の凹陥部5B(44B)に酸素吸収用金属膜32(50)を設けるものとして説明したが、本発明はこれに限らず、シリコン基板2(42)に酸素吸収用金属膜を蒸着して設けてもよい。

【0091】また、前記各実施例では、酸素吸収用金属膜32(50)をガラス基板5(43, 44)に蒸着するものとしたが、本発明はこれに限らず、酸素吸収用金属膜32(50)をガラス基板5(43, 44)に溶着または塗着してもよい。

【0092】また、前記各実施例では、外力検出装置として角速度検出装置31(41)を例示したが、本発明はこれに限らず、加速度検出装置にも適用できる。

【0093】さらに、前記各実施例では、角速度検出装置31(41)の製造方法において、接合工程と酸素吸収工程の両方を含むものを例に挙げて説明したが、本発明はこれに限らず、酸素吸収工程は必ずしも必須ではなく、金属膜発熱工程のみでもよい。

【0094】

【発明の効果】以上詳述したとおり、請求項1に係る発明によれば、密閉室内に位置してガラス基板とシリコン基板のうち少なくともいずれか一方の基板の表面に、外部から電流を印加することにより自己発熱する機能を有する酸素吸収用金属膜を設け、密閉室内の酸素を該酸素吸収用金属膜によって吸収する構成としたから、検出部を最適な減圧雰囲気中に封止することができ、外力の検出感度を向上させることができる。しかも、酸素吸収用金属膜は、外部から電流が印加することにより自己発熱して再活性化させることができるから、封止後であって

も密閉室の酸素を確実に吸収することができる。

【0095】請求項2に係る発明によれば、酸素吸収用金属膜を、前記基板の表面に金属を蒸着することにより設ける構成としたから、外力検出装置の製造過程において、基板に酸素吸収用金属膜を蒸着するという簡単な手段で、密閉室の酸素を酸素吸収用金属膜で吸収でき、密閉室を減圧することができる。これにより、外力検出装置の生産性の悪化、コストの上昇を防止でき、かつ、外力検出装置の検出性能を高めることができる。また、酸素吸収用金属膜を微細な薄膜として設けることができ、角速度検出装置の小型化を図ることができる。

【0096】請求項3に係る発明によれば、酸素吸収用金属膜を、ジルコニウム、モリブデン、アルミ、チタン、バナジウム、タンタル、タングステンの中から選択された金属で形成したから、酸素吸収用金属膜の酸化によって、密閉室の酸素を酸素吸収用金属膜で吸収することができ、密閉室を減圧することができると共に、該酸素吸収用金属膜を基板に蒸着して設けることができ、該酸素吸収用金属膜を薄膜化することができる。

【0097】請求項4に係る発明は、シリコン基板を、低抵抗なシリコン材料によって形成したから、シリコン基板とガラス基板との接合に、陽極接合を用いることができる。

【0098】請求項5による外力検出装置の製造方法によれば、金属膜形成工程において、ガラス基板の凹陥部内面に酸素吸収用金属膜を蒸着し、その後、接合工程において、シリコン基板とガラス基板とを減圧雰囲気中で陽極接合する温度まで加熱して陽極接合することにより、ガラス基板から発生して密閉室内に残留しよとする酸素を、酸素吸収用金属膜によって吸収することができ、密閉室を減圧させることができる。

【0099】次いで、接合工程では、ガラス基板の凹陥部内に検出部が収容されるようにシリコン基板の接合面とガラス基板の接合面とを衝合させ、シリコン基板とガラス基板とを減圧雰囲気中で接合温度まで加熱して陽極接合する。このとき、ガラス基板から酸素が発生し、シリコン基板とガラス基板との間に形成された密閉室内に、この酸素が封じ込まれて残留しようとするが、この残留しようとする酸素を酸素吸収用金属膜の酸化によって吸収し、密閉空間内を減圧させることができる。

【0100】さらに、前記接合工程により接合された後に、密閉室内に位置した酸素を吸収するために、酸素吸収用金属膜に外部から電流を印加して自己発熱させる金属膜発熱工程を設ける構成としたから、例えば酸素吸収用金属膜の表面が酸化してしまって酸素ガスの吸収が限界となったときでも、該酸素吸収用金属膜に電流を外部から印加して該金属膜を自己発熱させることにより、該酸素吸収用金属膜を再活性化して酸素を吸収することができ、密閉室をより一層減圧させることができる。

【0101】請求項6の発明によれば、前記接合工程に

より接合されたシリコン基板とガラス基板とを前記接合温度よりも高く、ガラス基板の軟化点温度よりも低い温度に加熱し、シリコン基板とガラス基板との間に形成された密閉室内の酸素を酸素吸収用金属膜の酸化により吸収する酸素吸収工程を設ける構成としたから、酸素吸収用金属膜の酸化をさらに促進させ、密閉室内の酸素を酸素吸収用金属膜の酸化によりさらに吸収でき、密閉室をより一層減圧させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例による角速度検出装置を示す断面図である。

【図2】ガラス基板上に形成された酸素吸収用金属膜を拡大して示す平面図である。

【図3】角速度検出部形成工程を示す断面図である。

【図4】凹陥部形成工程を示す断面図である。

【図5】金属膜形成工程を示す断面図である。

【図6】接合工程を示す断面図である。

【図7】酸素吸収工程を示す断面図である。

【図8】第1の実施例による変形例を示す角速度検出装

置の断面図である。

【図9】本発明の第2の実施例による角速度検出装置を示す断面図である。

【図10】従来技術による角速度検出装置を示す分解斜視図である。

【図11】図10中の角速度検出装置をシリコン基板にガラス基板を接合した状態で矢示XI-XI方向からみた断面図である。

【図12】従来技術による酸素吸収部材を示す断面図である。

【符号の説明】

3, 4 6 角速度検出部（検出部）

4, 4' 枠部

5, 4 3, 4 4 ガラス基板

6 密閉室

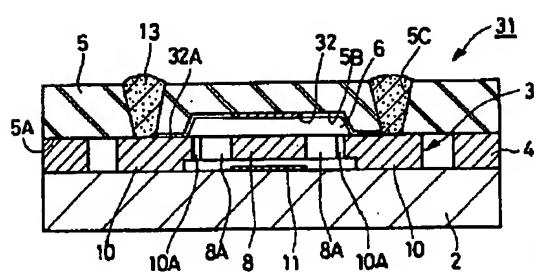
3 1, 4 1 角速度検出装置（外力検出装置）

3 2, 5 0 酸素吸収金属膜

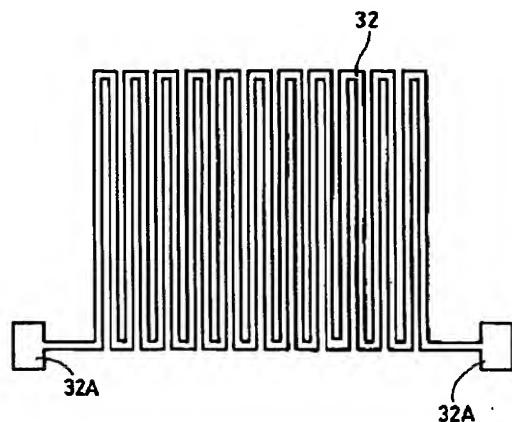
4 2 シリコン基板（シリコン基板）

4 5 密閉収容室（密閉室）

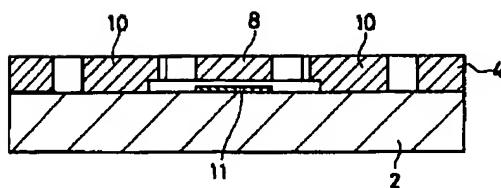
【図1】



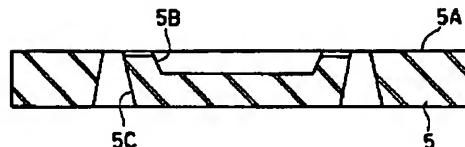
【図2】



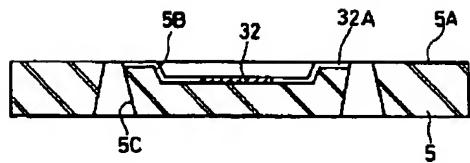
【図3】



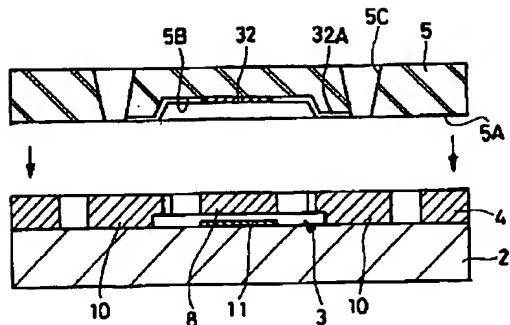
【図4】



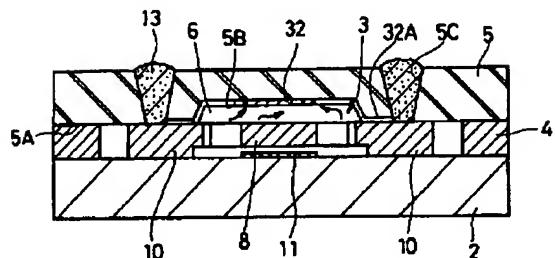
〔図5〕



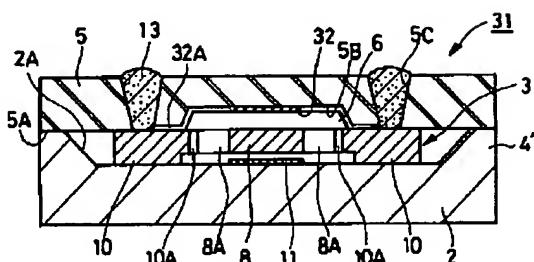
【 6】



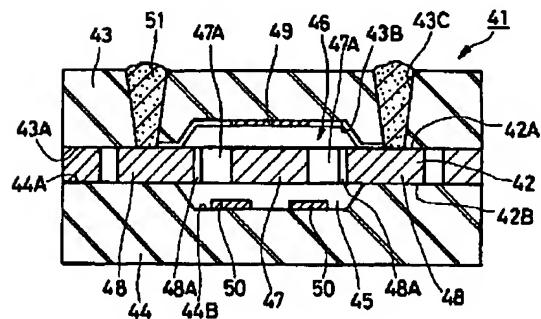
〔図7〕



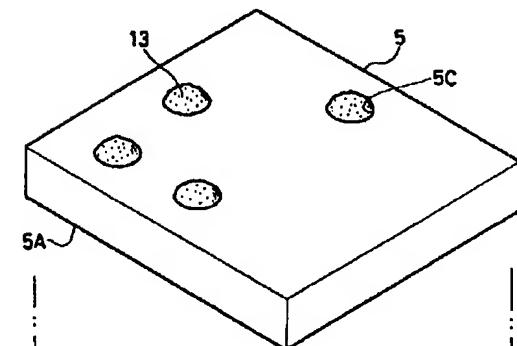
[図8]



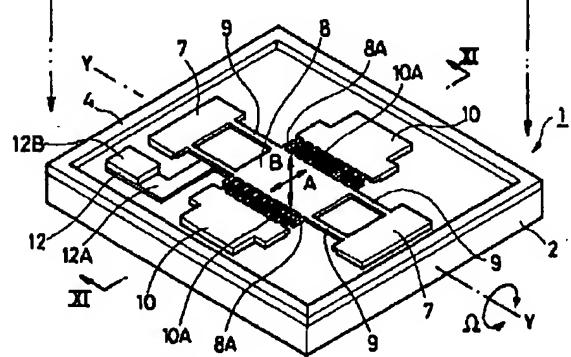
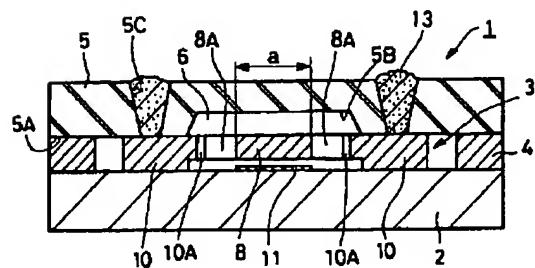
〔図9〕

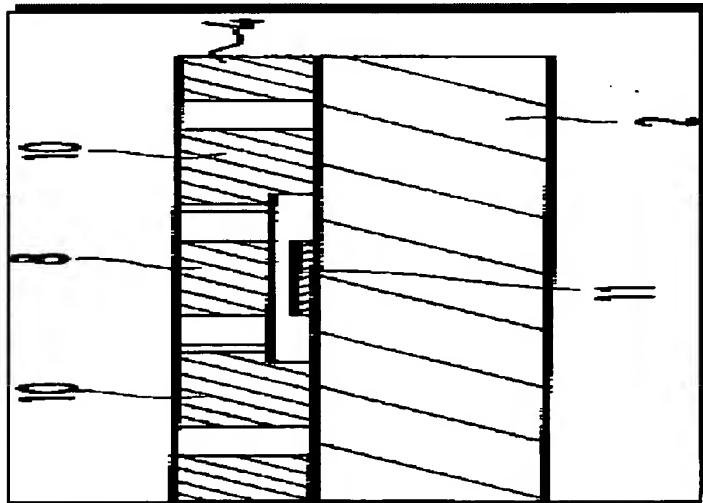
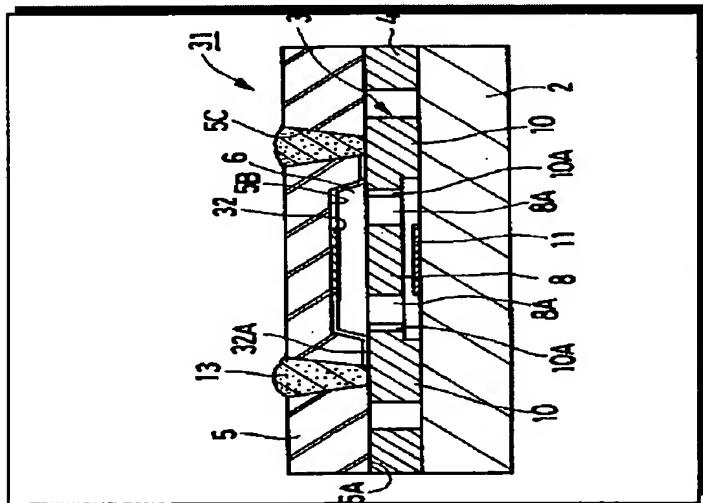
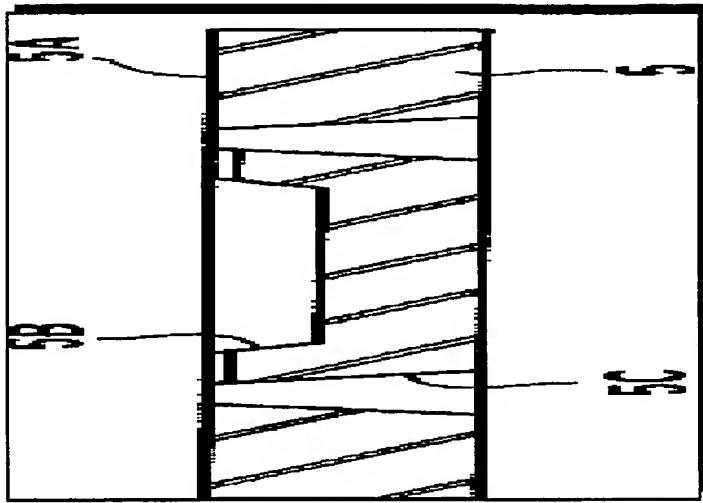
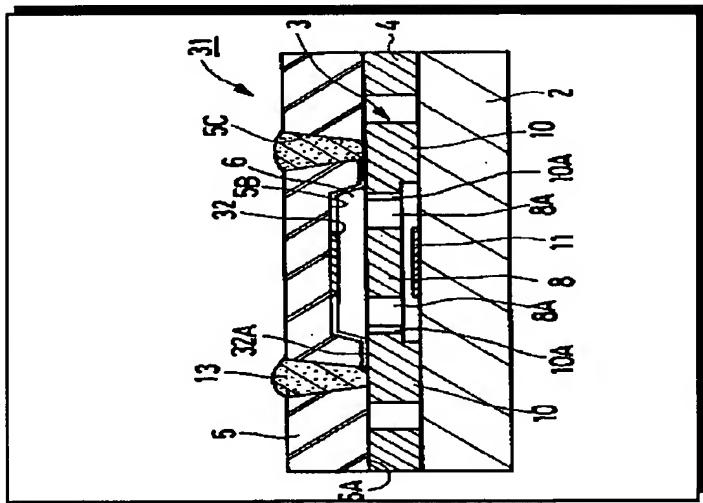
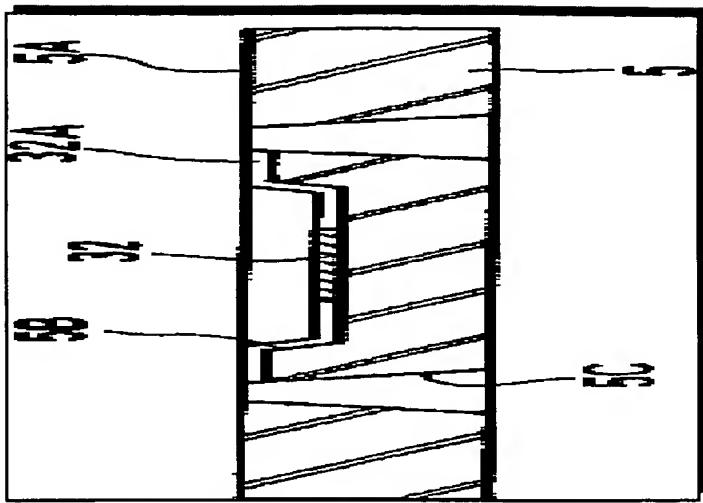
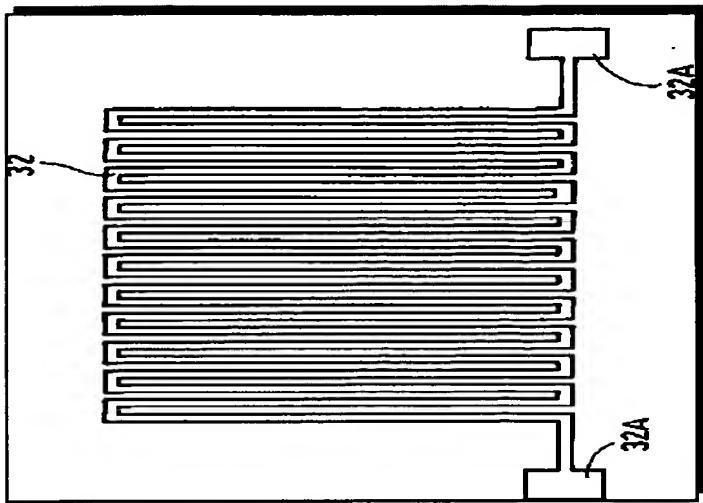


【図10】

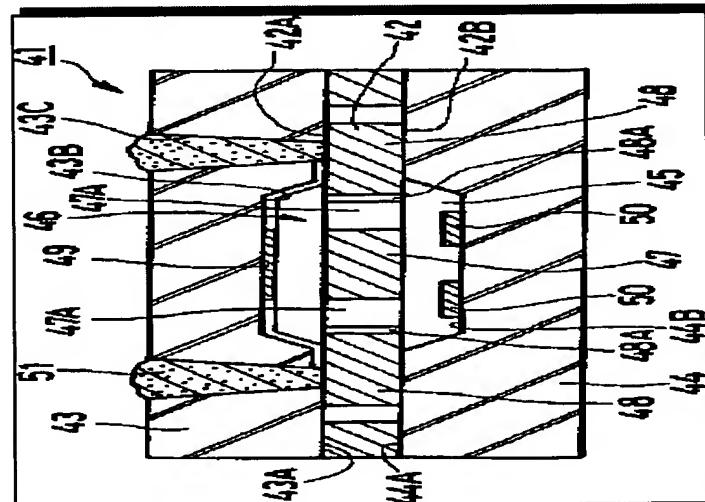
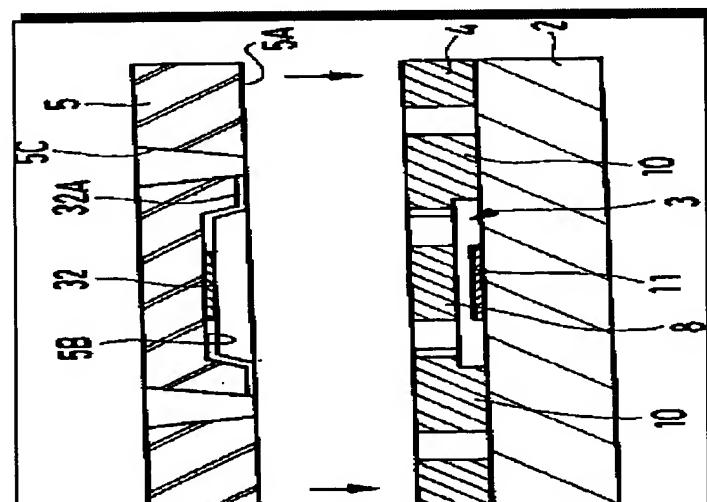
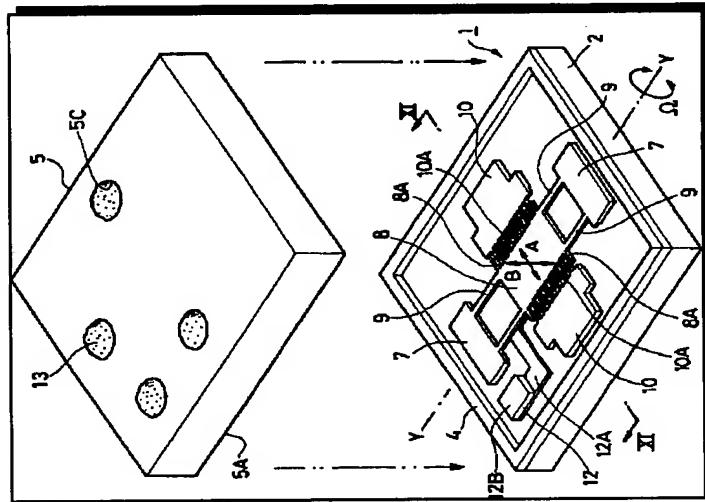
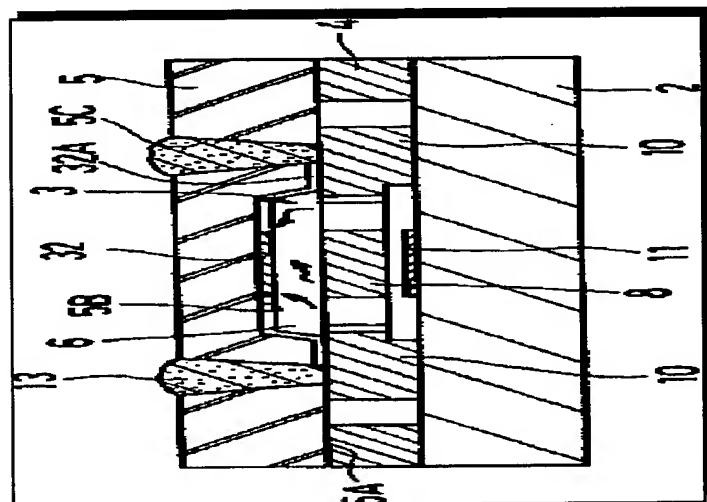
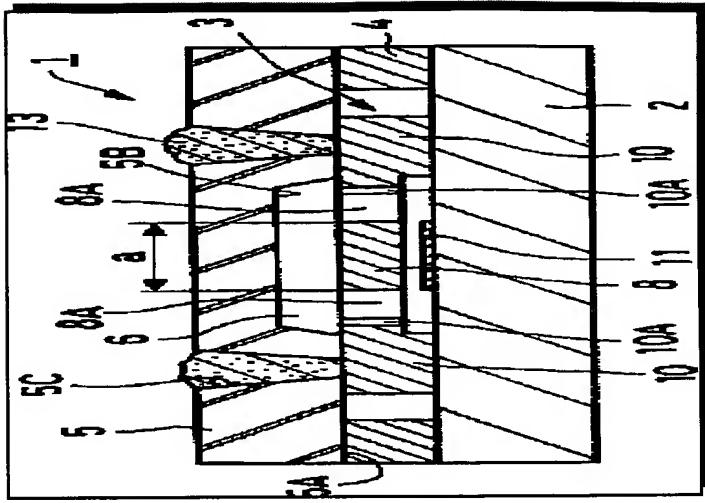
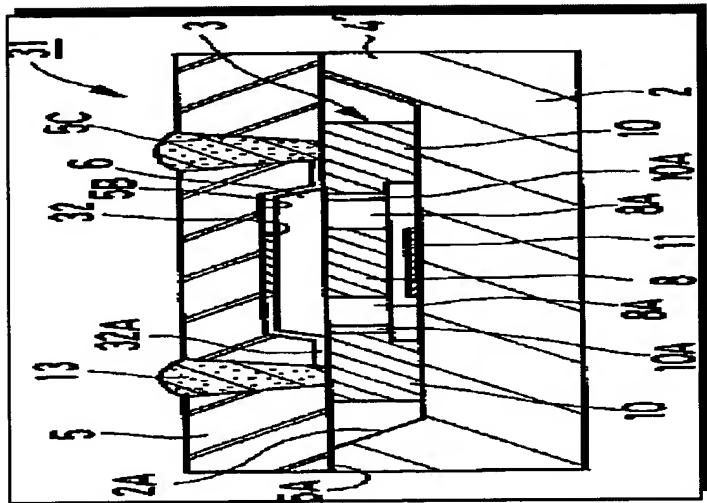


【図11】

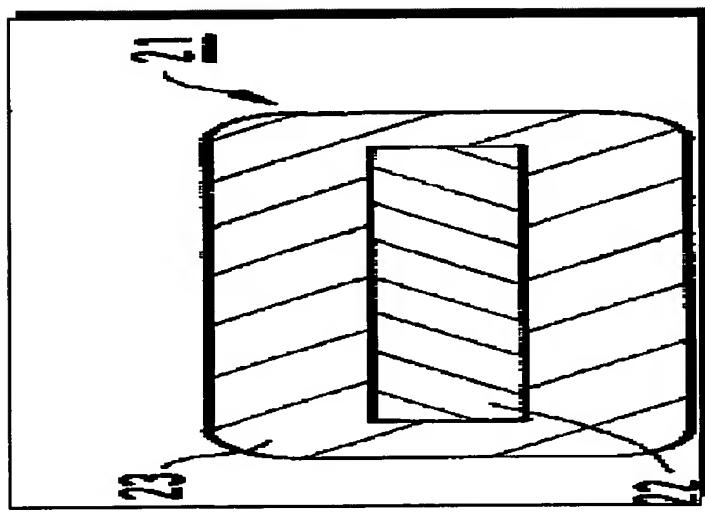




BEST AVAILABLE COPY



BEST AVAILABLE COPY



BEST AVAILABLE COPY